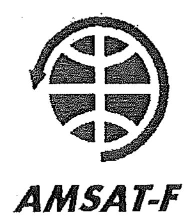


La lettre de l'AMSAT-France

Numéro 8 : Octobre Novembre Décembre 2000 - Janvier 2001

Editorial

Bernard Pidoux, F6BVP

Nous voici donc à l'aube du 21ème siècle et du troisième millénaire. Nous vivons ensemble une aventure poignante après le lancement tant attendu du satellite Phase 3D, renommé AMSAT OSCAR 40 depuis qu'il a commencé à émettre. Beaucoup d'entre vous ont pu écouter sa balise de télémesure sur 145,898 MHz et quelques uns ont même pu la décoder grâce aux logiciels de Ghislain F1HDD et Christophe Mercier.

Nous avons eu très peur quand le satellite a cessé d'émettre et pendant les semaines de silence qui ont suivi. Le soulagement à la reprise des émissions a été de courte durée. Il est vrai que les bulletins de Peter DB2OS et Karl DJ4ZC nous indiquaient que les stations de commande du satellite avaient beaucoup de mal à obtenir des précisions sur l'état des systèmes embarqués au travers de la télémétrie. En France quatre OMs de l'AMSAT ont été capables de copier les faibles signaux sur 2,4 GHz. A ce jour nous ne sommes qu'à moitié rassurés. Nous savons bien qu'un satellite aussi complexe qu'AO-40 n'est pas à l'abri de pannes de jeunesse. Rares en effet sont les satellites amateurs qui n'ont pas connu des déboires en début de vie. Les soucis avec AO-40 nous rappellent douloureusement ceux rencontrés avec le satellite radioamateur français ARSENE en 1993. Nous devons cependant garder confiance dans les équipes AMSAT qui ont conçu et qui gèrent AO-40. Je suis persuadé que grâce à leur obstination et leur savoir-faire, ces OMs talentueux remettront le satellite sur pied afin qu'il puisse nous assurer les moyens de télécommunications analogiques et numériques que nous espérons en VHF-UHF et SHF.

En ce début d'année, je souhaite à tous les membres de notre association que 2001 soit propice à de belles réalisations individuelles ou collectives.

Le point sur AO-40

Jean-Louis Rault (F6AGR)

Les péripéties survenues depuis le lancement du satellite Phase 3D en novembre 2000 ont provoqué une avalanche impressionnante d'informations contradictoires, de suppositions, de spéculations et de rumeurs plus ou moins fondées ... Voici donc un point de la situation (valable au 10 janvier 2001, car il faut préciser une date, tellement la situation évolue de jour en jour).

➤ Les faits

Après un lancement nominal par une fusée Ariane 5 depuis le Centre Spatial Guyannais de Kourou le 16 novembre dernier, le satellite Phase 3D, devenu AO-40 une fois en orbite, a pu faire entendre ses puissants signaux de télémétrie sur 145,898 MHz pendant plusieurs semaines.

L'équipe de commande au sol, après avoir établi un bilan global indiquant le bon fonctionnement de tous les équipements embarqués (à l'exception de la balise 435 MHz), a décidé le 10 décembre dernier de procéder à une première modification d'orbite en commandant la mise à feu du moteur principal 400 newtons.

Après plusieurs tentatives infructueuses, le moteur a pu être actionné le 11 décembre. Il a fonctionné 3 minutes de plus que prévu, portant l'apogée de l'orbite à 60000 km, au lieu des 50000 prévus, ce qui n'est pas pénalisant en soi. Pendant et après l'arrêt du moteur, les signaux de télémétrie ont continué à être transmis avec régularité.

Le 13 décembre, lors d'une phase de dialogue entre le satellite et une station de commande au sol qui analysait les phénomènes liés aux dysfonctionnements du moteur (et notamment de ses valves commandant le débit des ergols), les transmissions de télémétrie se sont brusquement interrompues.

Les responsables du projet ont alors décidé de laisser le satellite se réinitialiser tout seul (plusieurs procédures automatiques de secours sont installées à bord pour que l'engin spatial tente de reprendre de lui-même contact avec le sol en cas de problèmes logiciels).

Au fil des semaines qui ont suivi, aucun signal radio de AO-40 n'a pu être détecté, ce qui a engendré une inquiétude croissante en raison d'une absence totale de signes de vie !

Les installations de surveillance du NORAD américain ont alors été mises à contribution pour tenter de repérer AO-40 dans l'espace. Les puissants radars mis en oeuvre ont permis de localiser le satellite avec précision et de s'assurer qu'il était en un seul morceau, ce qui a mis fin aux rumeurs faisant étant d'une explosion destructrice ...

En dernier recours, l'équipe de commande a alors décidé de télécommander depuis le sol une initialisation générale du satellite (Cette commande a volontairement été provoquée tardivement, car elle efface toutes les données stockées dans les mémoires des calculateurs de bord, privant ainsi les experts de précieuses données concernant l'incident du 13 décembre).

Au grand soulagement de toute la communauté spatiale amateur, l'émetteur 2401,318 MHz du satellite s'est alors fait entendre grâce à son antenne hélice à faible gain.

L'analyse détaillée des télémesures et des mouvements du satellite dans l'espace montrent qu'un fait majeur s'est produit à bord: perte de plusieurs canaux de télémesure, accélération sensible de la rotation du satellite sur lui-même, diminution de la valeur du périgée, etc.

Les investigations en cours (rendues laborieuses par la faiblesse et par les fluctuations d'amplitude et de fréquence des signaux reçus sur 2,4 GHz) permettent d'établir le bilan provisoire suivant:

- les récepteurs 145, 435 MHz et l'un des récepteurs 1,2 GHz fonctionnent,
- les antennes 145, 435 MHz et 1,2 GHz à grand gain fonctionnent,
- les monopôles 435 MHz et 1,2 GHz ne fonctionnent pas,
- le comportement du monopôle 145 MHz n'est pas clairement fixé,

- un bref essai de l'émetteur VHF n'a pas donné de résultat probant,
- l'émetteur S2 2.4 GHz et son antenne hélice fonctionnent.

Les magnétocoupleurs ont été mis en route et l'on constate actuellement une diminution de la vitesse de rotation du satellite conforme aux prévisions.

Le programme à court terme est de rendre le système de contrôle d'attitude totalement opérationnel, dans les buts suivants:

- améliorer la répartition des températures à bord,
- orienter le satellite par rapport au Soleil,
- améliorer le pointage des antennes vers le sol,
- réduire l'effet néfaste de la perte de masse en cours sur la valeur du périgée.

Une fois l'attitude du satellite maîtrisée, les vérifications suivantes seront entreprises:

- état de l'émetteur VHF,
- état de l'émetteur UHF,
- disponibilité du moteur arcjet,
- fonctionnement des roues à inertie.

➢ Quelques spéculations ...

L'équipe responsable du projet Phase 3D n'a pas encore rendu public aujourd'hui de rapport expliquant ce qui a pu se passer. Une commission d'enquête a été instituée, dont le but est de tenter de comprendre et d'expliquer un scénario plausible.

Voici quelques-unes des hypothèses émises par des avis plus ou moins éclairés en fonction des données disponibles.

Un plantage logiciel lié au flux important de particules énergétiques émises en cette période de Soleil actif pourrait avoir induit des commandes erratiques et néfastes de la part du calculateur de bord.

Une explosion à bord pourrait avoir détruit certains organes du satellite.

Un corps étranger (météorite ou débris d'autres missions spatiales) pourrait avoir heurté à grande vitesse le satellite.

Une fuite (à quel niveau ?) de comburant ou de carburant ou une mauvaise fermeture des valves de commande pourrait expliquer l'accélération de la rotation et le changement de valeur du périgée et/ou expliquer la défaillance de certains systèmes électroniques (le MMH, par exemple, est un produit très corrosif qui pourrait ronger les câblages).

Et pourquoi pas une combinaison de plusieurs facteurs ?

En attendant le rapport officiel de la commission d'enquête, à vous de vous faire une opinion sur la question!

Concluons par un message raisonnablement optimiste de Karl DJ4ZC, Président de l'AMSAT-DL: si le moteur arcjet et le système de stabilisation 3 axes s'avèrent tous deux utilisables, AO-40 restera en mesure de proposer une grande partie des missions destinées aux radioamateurs.

La vie de l'association

Christophe Mercier

La vie de l'association est particulièrement bien remplie depuis la dernière Assemblée Générale. Les différentes activités ne nous ont pas permis de sortir un LAF fin novembre, c'est la raison pour laquelle vous avez en ce mois de janvier un numéro double.

➢ Assemblée générale

L'Assemblée Générale s'est déroulée comme prévu le 2 octobre 2000 à Auxerre devant un public d'une soixantaine d[e] personnes. Après la lecture du rapport moral et financier, un[e] présentation de plus d'une heure du projet Satedu a ét[é] effectuée. Cette dernière a particulièrement retenue l'attentio[n] des personnes présentes.

Le vote par correspondance a été dépouillé devant le publi[c] dans le stand de l'AMSAT-France. Pour cette première, 57 % des personnes ont répondu et de nombreux OM ont dépos[é] leur bulletin au stand.

Les propositions 1 et 2 ont été largement acceptées (plus d[e] 97% des voies) par les membres actifs de l'Amsat-France. [Il] est particulièrement satisfaisant de voir que les membre[s] n'hésitent à augmenter leur cotisation. Elle est passée à 6[?] francs depuis le 1 janvier 2001.

Les deux membres Christophe Candebat (F1MOJ) et Eri[c] Heidrich (F5TKA) ont été élus au conseil d'administration. L[e] nouveau conseil d'administration est constitué des membre[s] suivants :

Christophe Candebat (F1MOJ) — *Stephen Demaill[y] (F5TPM)*

Eric Heidrich (F5TKA) — *Jean Menuet (F1CLJ)*

Bernard Pidoux (F6BVP), — *Jean Louis Rault (F6AGR)*

Ghislain Ruy (F1HDD) — *Fabrice Way (F4RTP)*

Il est à noter qu'au cours du salon d'Auxerre, de nombreu[x] adhérents nous ont rendu visite. Plus d'une trentaine d[e] nouveaux membres nous ont rejoint lors de ces journées.

Sur le stand, des logiciels de poursuite dont LSF étaient e[n] cours de fonctionnement, un logiciel de pilotage de rotor sou[s] Linux permettait de faire évoluer une antenne 2,4 GHz en sit[e] et azimut et des présentations de notre activité défilaient su[r] des moniteurs. Jean Louis Rault en jouant au GO (Genti[l] Organisateur), a permis de faire entendre plusieurs satellite[s] en « direct live » devant la salle d'exposition à l'aide d'u[n] transceiver portable muni d'un simple fouet quart d'onde.

➢ Ariane 507



Quelques membres de l'AMSAT-France ont été invités par le CNES à une retransmission en direct du lancement d'Ariane 507 au CNES à Evry. Rendez-vous était donné à 1 heure du matin, pour voir cette superbe fusée s'envoler. Une photo fut prise pour commémorer cet événement (de gauche à droite: Fabrice F4RTP, Christophe Mercier, Jean-Louis F6AGR, un SWL et Ghislain F1HDD).

➤ Conseil d'administration

Le Conseil d'Administration s'est réuni le dimanche 12 novembre. Le Bureau suivant ainsi été élu :

***Président :** Bernard Pidoux (F6BVP)*

***Secrétaire :** Jean Louis Rault (F6AGR)*

***Trésorier :** Eric Heidrich (F5TKA)*

Le passage de flambeau a été fait dans les semaines suivantes dans l'ambiance la plus cordiale. Bien qu'une période de recouvrement ait été adoptée, le fonctionnement de l'AMSAT-France a été un peu perturbé, ce qui explique certains retards dans la diffusion des commandes et la sortie du LAF. Le nouveau Bureau remercie chaleureusement Christophe Mercier, membre fondateur de l'AMSAT-F, qui s'est dévoué sans compter en tant que Secrétaire depuis les débuts de l'association. Qu'il continue longtemps encore à s'investir comme il l'a fait, pour le plus grand bonheur des membres!

➤ Coordonnées

Suite à ce changement de Bureau, l'adresse du Siège Social reste à Rueil-Malmaison. Par contre, l'adresse postale du secrétariat devient :

Secrétariat AMSAT-France
16, rue de la Vallée
91360 Epinay sur Orge

L'AMSAT-France est joignable par téléphone au :
01 47 51 90 07
Uniquement le dimanche matin de 10H 30 à 12h30.

La ligne téléphonique précédente n'est plus active pour l'AMSAT-France depuis le 1er décembre 2000.

➤ Logiciel de démodulation et de décodage des télémesures de P3D.

Le projet Spoutnik 42 prévoyait la transmission de données numériques à en PSK 400 B/s (semblable aux télémesures de P3D). Ghislain Ruy (F1HDD) avait implémenté un algorithme de démodulation numérique. Ce logiciel permettait à partir d'un fichier audio enregistré sur un PC de démoduler le signal.

A l'approche du lancement de P3D, Ghislain a fait évoluer son logiciel PSKDEM pour le rendre compatible de P3D. Ce dernier, disponible dès le lancement de P3D, permettait sans moyens importants de démoduler les signaux de télémesures. Dans le même temps il faisait évoluer le logiciel de décodage de télémesure de OE1KIB et OE1VKW pour qu'il fonctionne sous MSDOS et incorpore la vérification des CRC. L'AMSAT-France fournissait la première un ensemble de logiciels permettant la démodulation et l'interprétation des télémesures de P3D.

En parallèle, une version de ce logiciel était portée sous Windows par Christophe Mercier. Cette version permet de démoduler les signaux en temps réel directement à partir de la carte son, de visualiser la FFT du signal entrant afin de faciliter le calage en fréquence et d'afficher soit les données brutes soit les données décodées. La sortie de ce logiciel a été retardée suite aux difficultés liés à la maîtrise des drivers d'accès à la carte son et aux différences de comportement entre Windows 95, 98, NT4 et 2000. Aujourd'hui, ce logiciel fonctionne même avec un PC poussif muni d'un processeur 486 sous Windows 95.

Les différents logiciels et algorithmes ont été testés dans différentes configurations par des membres actifs de l'Amsat-France (Jean Gruau F8ZS, Norbert Sayou FY1DW, Fabrice Way F4RTP, Bernard Pidoux F6BVP, Jean Louis Rault F6AGR ...).

Des essais sur l'air ont été effectués par Jean Louis à l'aide du satellite japonais FO20. Ils ont permis de démontrer la robustesse des algorithmes pour un signal entaché de bruit et de Doppler. Il est à noter que les enregistrements de ces essais, réalisés par Jean Louis, et des essais de P3D à Kourou, réalisés par Norbert, sont utilisés comme jeux de référence pour le développement des logiciels de démodulation.

Les différents logiciels de décodage sont actuellement disponibles en téléchargement sur le site de l'AMSAT-France www.amsat-france.org

Stephen Demailly F5TPM a écrit le script permettant d'enregistrer les personnes désirant télécharger les logiciels. Bernard Pidoux quant à lui a rédigé le mode d'emploi.

Une fois de plus, un travail collectif à permis de mettre à disposition de la communauté radioamateur internationale des logiciels innovants et simples d'utilisation. Le mode d'emploi de ces logiciels a été spontanément traduit en plusieurs langues dont le japonais !

A ce jour, plus de 2000 téléchargements ont été effectués.

Le statut actuel des logiciels est le suivant :

- dempsk : 1.0
- tlmdec : 1.0
- Wdecpsk : 1.1d

Ces logiciels sont entièrement fonctionnels. Les utilisateurs sont invités a envoyer un don de 60 francs minimum, 10 euros ou 10 dollars. De nombreux dons sont déjà parvenus au secrétariat de l'AMSAT-France.

➤ Coopération avec le Radio club F6KFA

La coopération entre l'Amsat-France et le radio club de Rueil Malmaison F6KFA s'intensifie.

Le radio Club accueille, tous les dimanches matin, l'Amsat-France dans ses locaux et permet un stockage de matériel et de documents moyennant une modeste participation financière.

Un projet d'installation d'une station permettant d'effectuer du trafic par satellite est lancé. Cette installation devrait avoir lieu au cours de l'année 2001, elle servira de station de démonstration, de station d'expérimentation et de station de contrôle de futurs satellites.

➤ AMSAT France ET EXPERIENCE ARISS

L'AMSAT France, représentant du groupe ARISS-Europe en France, est chargée d'organiser et de préparer d'éventuels contacts entre les écoles (élèves de tous âges) volontaires et les spationautes présents dans la Station Spatiale Internationale (ISS).

Le but de ces contacts radio est d'intéresşer les élèves aux techniques spatiales, aux moyens de communication entre les navettes et vaisseaux spatiaux et le terre, et bien sûr de faire découvrir notre passion, le radio amateurisme.

Bâti autour d'un projet éducatif en relation avec l'espace ou avec le monde des communications, les liaisons se feront principalement en anglais (voire en russe) selon la nationalité des habitants de l'ISS.

En Octobre prochain, Claudie-Andrée Deshayes FX0STA devrait effectuer un séjour dans l'ISS pendant une dizaine de jours.

Le 19 décembre 2000 (au siècle dernier donc), un contact de 10 minutes a été réalisé entre l'ISS et l'école Luther Burbank Elementary School de Newington aux Etats-Unis.

Si vous êtes professeur des écoles, professeur, proviseur, directeur d'école et que ce projet vous intéresse, vous pouvez prendre contact avec :

F1MOJ / Mr CANDEBAT Christophe
7 Rue Roger Bernard
30470 AIMARGUES
F1MOJ@AOL.COM

Géométrie ... dans l'espace

Jean Louis Rault (F6AGR)

Comment se représenter l'orientation d'un satellite dans l'espace ?

La connaissance de son attitude est particulièrement importante pour un satellite tel que AO-40, qui comporte des antennes directives sur une face et des antennes omnidirectionnelles sur l'autre.

Ceux qui se sont essayé à traquer les signaux transmis jusqu'à présent sur 145 MHz et sur 2,4 GHz ont pu se rendre compte que l'amplitude des signaux reçus ne dépendait pas uniquement de l'éloignement du satellite.

La raison en est simple: pendant toute la phase d'installation du satellite sur son orbite définitive, celui-ci ne pointe pas systématiquement ses antennes directives vers la Terre.

Pour maîtriser les actions du moteur d'apogée, on est amené à imprimer un mouvement de rotation au satellite, ce qui crée une "stabilisation 1 axe". Animé de ce mouvement de rotation, le satellite se comporte alors comme un gyroscope qui pointe toujours dans la même direction (l'axe de rotation correspond à celui de l'axe de poussée du moteur).

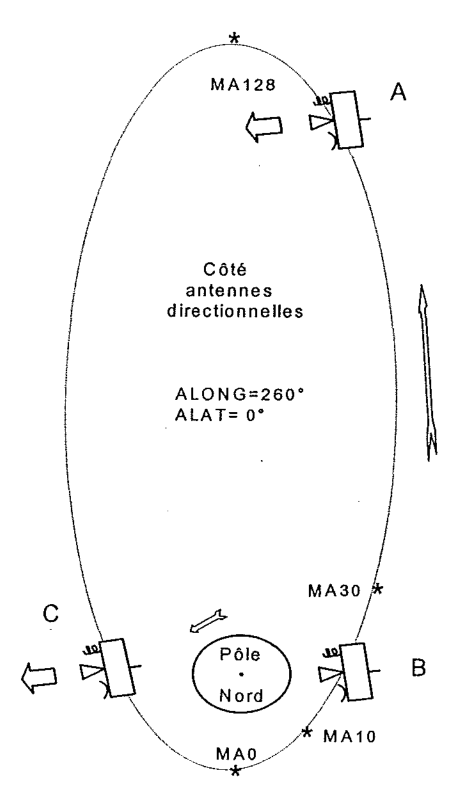


figure 1

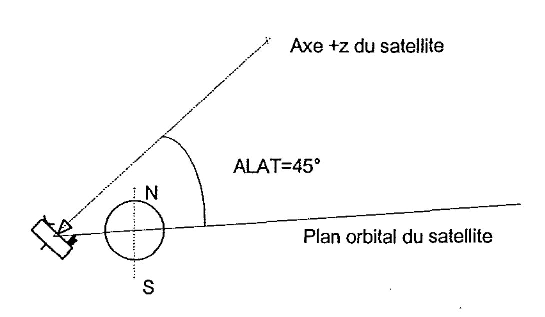
Donc un observateur situé au sol verra le satellite -et donc ses antennes- sous des angles variables en fonction du temps.

Pour quantifier l'orientation (l'attitude) d'un satellite, on utilise traditionnellement une longitude et une latitude dont la référence est constituée par le plan contenant l'orbite.

On les appelle ALONG et ALAT (ou encore BLONG et BLAT). Pour la latitude, l'axe "Nord-Sud" est perpendiculaire au plan de l'orbite, et le "zéro degré" de longitude est référencé par rapport au périgée.

La figure 1 représente l'attitude de AO-40 début janvier 2001, avec ALONG= 260° et ALAT=0°. Elle doit s'interpréter comme suit:

- elle représente ce que verrait un observateur situé dans l'espace au dessus du pôle Nord de la Terre,
- la Terre et AO-40 tournent tous les deux dans le sens inverse des aiguilles d'une montre,
- comme le satellite tourne autour de son axe z passant par la tuyère du moteur d'apogée 400 newtons, il reste pointé vers la gauche quelle que soit sa position sur l'orbite,
- toutes les antennes directives et la tuyère du moteur 400N sont du côté + z
- les antennes omnidirectionnelles et le moteur arcjet sont à l'opposé, côté –z.



La figure ci-dessus montre à quoi correspond l'angle ALAT.

A partir de cette représentation, on comprend mieux pourquoi la télémétrie transmise actuellement sur 2,4 GHz par une antenne hélice directive n'est exploitable que lorsque le satellite se trouve dans la zone B: cet endroit le plus favorable entre MA10 et MA30 environ [1] correspond au moment où l'antenne est efficacement orientée vers la Terre. En A, il est encore possible aux stations bien équipées de recevoir les signaux mais il sont faibles et entachés d'un fort QSB scintillant (voir article suivant). En C, seuls les extraterrestres éventuellement à l'écoute sont en mesure de recevoir quelque chose.

Lorsque le satellite aura été placé sur son orbite définitive, il passera en mode de "stabilisation 3 axes" et il pointera à tout moment ses antennes vers le sol, pour permettre les communications avec le maximum de confort.

Dans ce cas, ALAT restera égal à 0° et ALONG variera tout au long de l'orbite de façon proportionnelle à l'Anomalie Moyenne.

[1] L'orbite est découpée en 256 tronçons. MA0 correspond au périgée, MA128 à l'apogée.

Réception de la télémétrie AO-40 sur 2,4 GHz: un challenge !

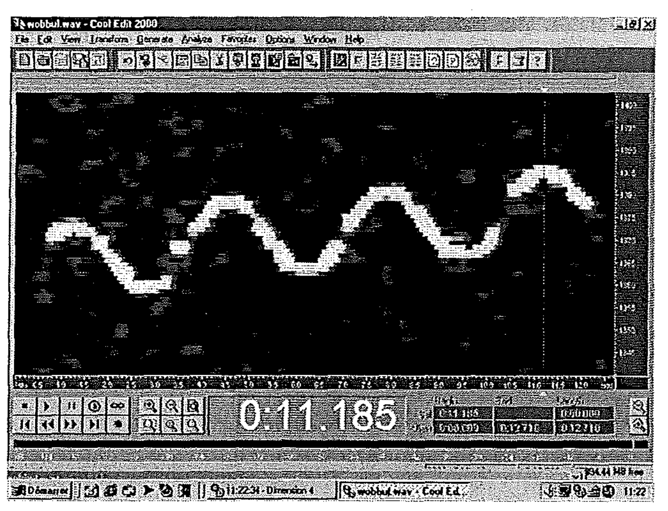
Aujourd'hui, la seule liaison radio descendante entre AO-40 et le sol fonctionne sur 2401.3 MHz. Les stations-sol même les mieux équipées ont actuellement un certain mal à recevoir des informations télémétriques fiables de la part du satellite.

Examinons les raisons de cette situation difficile.

Il était prévu avant le lancement que le satellite transmette d'office ses données télémétriques de façon omnidirectionnelle sur 435 MHz . Malheureusement, dès la mise en orbite, la transmission 435 MHz se révéla défaillante et l'équipe de commande au sol dut reconfigurer le satellite pour qu'il émette sur 145 MHz. Bien que l'antenne employée sur cette bande soit un simple brin quart d'onde omnidirectionnel, des signaux très forts furent reçus pendant plusieurs semaines par de nombreux OM du monde entier, permettant ainsi une surveillance constante des données de télémétrie.

Après l'arrêt soudain des transmissions début décembre, l'équipe au sol réussit enfin à sortir AO-40 du coma en lui commandant de transmettre sur 2,4 GHz. L'antenne la moins directive du satellite sur la bande S, une hélice d'une dizaine de spires, fut sélectionnée. En effet, il importait que le lobe de rayonnement soit le plus large possible car le satellite conserve actuellement une orientation fixe dans l'espace (voir la figure de l'article précédent). Avec une antenne trop directive comme la parabole S1 à grand gain du bord, le lien avec le satellite n'aurait été possible que très peu de temps par orbite.

Les reports d'écoute et les décodages de télémétrie se raréfièrent alors beaucoup, du fait du faible nombre d'OM équipés pour recevoir le créneau spatial de la bande S (en France, seuls Jean-Pierre F5MI, Jean-Louis F5DJL, Jean-Louis F6AGR et Jean-Michel F6GBQ traquent pour le moment la télémétrie 2,4 GHz avec plus ou moins de bonheur. Nota: faut-il faire partie du "Club des Jean-xxxx" pour avoir le droit de participer ??)



Fluctuations Doppler du signal 2401,318 MHz de la télémétrie BPSK

A priori, on pouvait penser qu'il suffirait de quelques stations très bien équipées (paraboles de grande dimension orientables avec précision en site et en azimut, préamplificateurs à faible bruit, oscillateurs locaux à faible bruit de phase) pour recevoir et démoduler correctement les signaux BPSK. Force est de constater qu'elles rencontrent des difficultés.

Lorsque le satellite passe près de la verticale d'une station (même très modestement équipée, comme celle de F6AGR) et que son antenne hélice d'émission est tournée vers le sol, il n'y a pas de problème: le satellite est relativement proche, et le gain de l'antenne d'émission ajoute encore au confort de réception.

Seul l'effet Doppler dont la variation est à son maximum est à combattre, et le couple récepteur/démodulateur doit "simplement" être à même de compenser cette variation rapide de fréquence. Quand le satellite est éloigné, il faut alors compter sur des stations de réception performantes: d'une part, le signal s'atténue car la distance augmente (jusqu'à 60 000 km!) et d'autre part, on est plus dans le lobe principal de l'antenne d'émission.

La pratique montre qu'alors même les stations à l'ouïe la plus fine ont du mal à obtenir des données de télémétrie cohérentes.

Pourquoi ?

D'une part parce que l'antenne hélice d'émission du satellite est déportée sur le bord de la structure, loin de l'axe de rotation, (ce qui n'a pas que des désavantages, voir plus loin), et donc qu'en tournant avec le satellite, elle s'approche et s'éloigne sans cesse de l'observateur au sol. Ceci crée une fluctuation de fréquence périodique (voir figure) qui perturbe le fonctionnement de certains démodulateurs hardware ou software non prévus pour gérer ce genre de phénomène (le logiciel de décodage WPSKDEC de l'AMSAT-France se tire très bien de ce type de wobbulation, merci pour lui!).

D'autre part, parce que certains obstacles s'interposent cycliquement à chaque tour du satellite entre son antenne hélice et l'observateur au sol.

La photo 2 montre clairement que lorsqu'on écoute le satellite lorsqu'il est vu de biais, comme c'est le cas la plupart du temps, le signal reçu au sol est périodiquement masqué ou composé de signaux directs et réfléchis sur les obstacles du bord entourant l'hélice 2.4 GHz.

On constate d'une part des masquages profonds et réguliers à chaque tour de satellite dûs certainement à des obstacles majeurs comme la tuyère du propulseur 400 newtons, et d'autre part un scintillement rapide de l'amplitude du signal. Ces fluctuations proviennent certainement de la réception au sol d'une combinaison de signaux directs et réfléchis sur toutes les parties métalliques entourant l'hélice d'émission.

La phase et l'amplitude de chaque signal réfléchi varient au gré de la rotation du satellite, la résultante de tous ces signaux captés au sol est donc un signal télémétrique fortement altéré. De nombreux bits de données sont alors perdus, rendant les informations incomplètes ou erronées ...

Puisque le contenu des télémesures est difficile à extraire du signal reçu, il nous reste à examiner ce que nous pouvons faire dire au signal lui-même.

La figure 1 montre que la fréquence reçue varie de façon périodique: elle est parfaitement représentative de la vitesse de rotation du satellite sur lui-même. En mesurant la période de répétition, on détermine par calcul la vitesse de rotation du satellite: ainsi, le jour où l'enregistrement de la figure 1 a été effectué (fluctuation de plus ou moins 7 Hz sur le signal 2401,3 MHz reçu chez F6AGR avec une petite hélice de 23 spires le 04 janvier 2000), la vitesse de rotation déduite était de 17,46 tours par minute ... C'est ce type de mesure qui a permis de se rendre compte que la rotation du satellite s'était fortement et involontairement accélérée depuis le lancement de AO-40.

Outre la vitesse de rotation, on peut même déduire l'inclinaison du satellite [2] (squint angle, en anglais) par rapport à l'observateur. Un peu de trigonométrie permet d'établir que l'angle sous lequel on voit le satellite s'exprime de la façon suivante:

$$A = \text{arcsinus}\ (\Delta F_{mesuré} / \Delta F_{max})$$

Le $\Delta F_{mesuré}$ est la valeur lisible sur la figure 1.

Le ΔF_{max} est égal au produit de la vitesse de rotation du satellite par le rapport de la distance séparant l'antenne de l'axe de rotation à la longueur d'onde de l'émission.

Donc une simple mais fine analyse de la fréquence reçue nous permet déjà d'obtenir deux paramètres importants concernant le comportement de l'engin!

Que conclure ? Que même une parabole professionnelle de 12 mètres de diamètre comme l'ont mise en oeuvre certains américains (Bob WB4APR par exemple) ne suffit parfois pas pour obtenir des résultats probants dans les cas difficiles ...

Il reste à souhaiter le satellite puisse réemettre un jour sur 145 ou 435 MHz, autant pour que les stations-sol de commande puissent recevoir des informations de télémétrie fiables que pour permettre à une majorité d'OM de profiter des multiples potentialités de ce beau satellite.

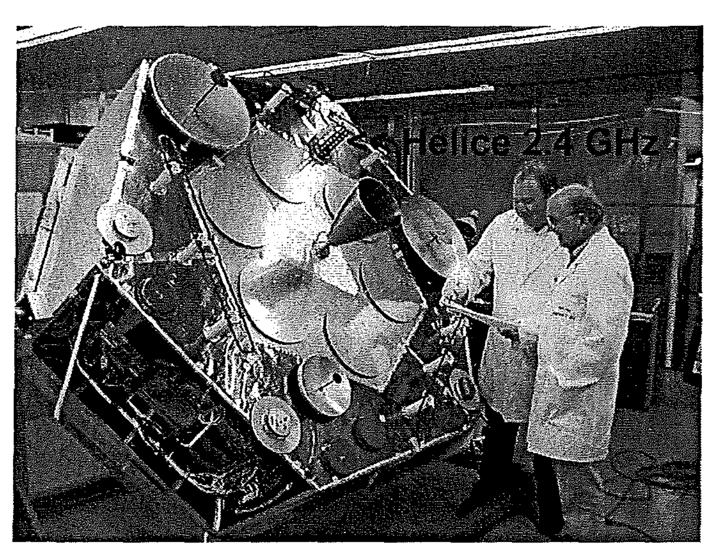


Figure 2: De nombreux obstacles encadrent l'antenne hélice 2,4 GHz et sont source de masquages et de réflexions parasites.

Nouvelles de l'espace

➢ Mir

La station Mir qui fêtera ses 15 ans le 20 février prochain devrait être désorbitée la première semaine de Mars 2001. Le premier ministre russe Mikhail Kasyanov a signé une résolution formelle en ce sens le 5 janvier dernier. Cette opération commandée à partir de la station sol devrait précipiter Mir dans l'Océan Pacifique. Un équipage et une fusée restent en état d'alerte en cas de nécessité... Tous aux abris, comme pourrait dire Pacco Rabanne !

[2] James Miller G3RUH. Amsat-UK's Oscar News fevrier 93 p. 26 à 28

➢ Logiciel de poursuite PREDICT

Les linuxiens ont enfin un logiciel de poursuite taillé à leur mesure: PREDICT (disponible également sous DOS) est téléchargeable sur http://www.linuxfan.com/~predict

➢ RS12/13

RS12 et RS13 sont deux charges utiles radioamateur montées sur une même plate-forme russe.

La station-sol de commande vient d'arrêter RS-13 qui fonctionnait en mode T pour réactiver RS-12 en mode A. Comme d'habitude, aucune annonce préalable n'a été effectuée.

RS12/13 est un des satellites CW/BLU les plus faciles à utiliser. Utilisant les bandes 21, 29 et 145 MHz, il fait la joie de nombreux débutants et celle des opérateurs confirmés. Outre la fonction habituelle de répéteur, RS12/13 diffuse des données de télémesure en CW et dispose d'un automate (ROBOT) répondant automatiquement aux appels en CW!

➢ Arianespace

Lancée de Kourou, une Ariane AR44P vient de mettre sur orbite début janvier le satellite commercial EURASIASAT. Par rapport aux prévisions, les écarts de positionnement constatés sont les suivants:

- périgée: 0.0 km - apogée: 3.1 km
- inclinaison: 0 deg - excentricité: 0

Qui dit mieux ?

➢ Liaisons avec ARISS

Plan de fréquences:

- Descente: 145,800 MHz
- Montée packet: 145,990 MHz
- Montée phonie Région 1: 145,200 MHz
- Montée phonie Régions 2 et 3: 144,490 MHz
- Montée pour écoles, etc: confidentiel

Indicatifs

- U.S.A.: NA1SS
- Russie: RZ3DZR
- Allemagne: DL0ISS
- TNC packet: RZ3DZR-1

La station packet devrait bientôt s'ouvrir aux trames packet UI (Amateurs d'APRS équipés de stations mobiles avec GPS, à vous de jouer, vous êtes les bienvenus! Amateurs d'APRS en station fixe, écoutez mais abstenez-vous d'émettre s'il vous plait: informer toute l'Europe de votre position désespérément immuable n'aurait pas grand intérêt!)

➢ AO-10

Toujours fidèle au poste, le vétéran AO-10 (17 ans et demi en orbite) revient a la mode: avec des fréquences et des positions souvent proches de celles d'AO-40, de nombreuses stations l'ont (re)découvert et apprécient les nombreux grands DX permis par son orbite elliptique de type Molnya (4000/36000 km).

➢ OPAL

Des essais APRS ont été tentés avec le satellite OO-38 de l'Université de Berkeley, sans résultats tangibles, semble-t-il.

Il faut dire qu' OPAL (satellite lanceur de picosatellites qui avait mis en orbite 6 poussins dont Thelma, Louise, Jack, etc) n'est pas très adapté à ce genre d'application: les fréquences utilisées (montée/descente sur 437 MHz), la vitesse (9,6 kbds), la puissance d'émission et l'antenne souvent masquée du satellite conviennent mal à l'APRS (L'intérêt de l'APRS est de

suivre à la trace les stations-sol trafiquant en mobile avec de petits moyens, pas les stations fixes).

➢ SO-41/SO-42

Pas de nouvelles de ces deux satellites lancés en septembre 2000 pour le compte de l'Arabie Saoudite. Les rares informations officielles laissent toujours entendre qu'ils devraient s'ouvrir au trafic amateur FM et packet 9,6 kbds sur 435 MHz ...

➢ SO-35

SunSat est momentanément indisponible au trafic FM et APRS pour cause de problèmes au niveau de ... la station-sol de commande en Afrique du Sud.

➢ TIUNGSAT

Le satellite malaysien s'est bien ouvert au trafic amateur numérique comme promis (Broadcast: MYSAT3-11 BBS: MYSAT3-12). Il transmet notamment sur 38,4 kbds (à la demande seulement, et non pas en continu comme les autres satellites numériques, a cause de la forte consommation d'énergie à bord)

➢ 2,4 GHz

Avec l'apparition de AO-40 sur 2,4 GHz, bon nombre d'OM nous ont demandé comment s'équiper à moindres frais sur cette bande. A notre connaissance, il n'y a pas aujourd'hui de solution toute cuite chic-et-pas-chère.

Trois types de solutions s'offrent à nous pour le moment:

- tout faire soi-même, à partir de rien ou d'articles publiés dans les journaux (voir par exemple la description d'un convertisseur par EA2SX dans MégaHertz Magazine n° 210 de septembre 2000)
- acheter dans le commerce (fourchette de prix: 2 à 3000 FF) un convertisseur prêt a l'emploi. Citons SSB Electronic représenté en France par Infracom, Parabolic représenté par Q-Dee (William F6DLA)
- faire venir des USA un convertisseur destiné à la TV grand public (Entrée: 2,5 GHz, sortie sur 300 MHz, prix unitaire: quelques centaines de francs port compris) et le triturer délicatement pour l'adapter à nos fréquences.

Cette dernière solution a été largement appliquée récemment grâce au convertisseur Drake 2880 par exemple. Ses excellentes qualités (modifications aisées grâce à un kit distribué par G0MRF , faible bruit de phase de l'oscillateur local à PLL, etc) ont permis à de nombreux d'OMs de s'équiper rapidement. Malheureusement, il devient difficile de se procurer des 2880 car Drake a cessé la production.

Nous sommes en train de chercher des produits comparables chez d'autres fournisseurs. Des essais ont été récemment menés par Jean-Pierre F5MI sur un convertisseur 2500HG du fournisseur SCTV-Skycable qui fournit lui-même des conseils pour les adapter à la bande spatiale 2,4 GHz. Malheureusement, les premiers résultats ne semblent pas encourageants (oscillateur local assez bruité par exemple).

➢ Hyper

Puisque les nouveaux satellites nous entrainent vers les hyperfréquences, signalons l'excellente revue technique française HYPER publiée par un groupe d'OM réellement HYPERactifs. 12 numéros par an /150 FF pour la France métropolitaine. Contacter André F1PYR (11, rue des Ecoles 95680 MONTLIGNON). Jean-Claude F1GAA y tient une rubrique mensuelle dédiée au spatial, les autres articles concernent le trafic terrestre et des réalisations techniques (de 1,2 GHz à ... 240 GHz!)

Voir les flares des satellites Iridium

Jean-Michel Dupouy(F6BSI)

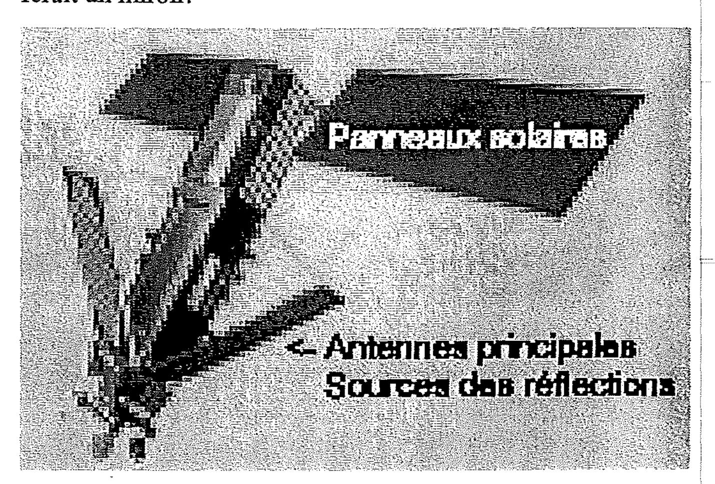
En 1997, les observateurs du ciel ont noté l'apparition de sources lumineuses intenses ne durant que quelques secondes et se produisant pendant le crépuscule du matin ou du soir, la magnitude pouvant parfois dépasser plusieurs fois celle de la planète Vénus.

Il est apparu rapidement que ces flares (flamboiements) provenaient des satellites de la constellation Iridium dont les premiers exemplaires venaient d'être lancés. La forte luminosité observée restait un mystère car bien supérieure au reflet du soleil sur un panneau solaire ou sur le corps d'un objet plus volumineux comme la station spatiale MIR dont la magnitude maximale est voisine de celle de la planète Jupiter.

Les concepteurs de ces satellites ont pu fournir l'explication :

Les antennes de communication (3 panneaux de dimension 188 cm par 86 cm) sont recouvertes d'une mince couche de Téflon et d'argent. Ces antennes sont inclinées à 40° par rapport à la verticale. Une antenne est dirigée dans le sens du mouvement, la 2ème à 120° vers la gauche, la 3ème à 120° vers la droite.

Dans certaines conditions, une antenne peut réfléchir le disque solaire vers un observateur au sol, aussi efficacement que le ferait un miroir.



Un flare d'Iridium se traduit par l'apparition d'un point lumineux, une augmentation rapide de la luminosité jusqu'au maximum, puis une diminution jusqu'à disparition. La durée de l'éclair (flare) est fonction de sa magnitude et de la noirceur du ciel ; 30s semble un maximum. On peut suivre le déplacement du satellite sur une petite partie de son orbite. La magnitude du flare dépend de la distance du satellite et de la position de l'observateur par rapport au centre du reflet solaire sur la surface terrestre . Pour une élévation du satellite de 55° ce reflet est une tache lumineuse de forme elliptique et de dimensions 15 x 8 km, le grand axe étant dirigé nord sud.

La constellation Iridium comporte 66 satellites opérationnels répartis sur 6 plans orbitaux à une altitude de 780 km et 22 satellites non opérationnels. Deux satellites sont retombés Iridium 79 le 29/11/00 et Iridium 85 le 30/12/00.

Les satellites opérationnels sont connectés entre eux directement par faisceaux hertziens pour former un réseau maillé. Leur position et leur attitude sont connus à chaque instant. Il a ainsi été possible à des astronomes amateurs d'écrire des logiciels de prévision des éclairs.flares.

Robert Matson a développé le soft IRIDFLAR tournant sous DOS avec ANSI.SYS. Un fichier de config doit être modifié par l'utilisateur afin de préciser ses coordonnées géographiques, son fuseau horaire, le nombre de jours pour la

prévision. Le fichier de sortie indique pour chaque éclair :

Date, heure, azimut, élévation, distance du sat, magnitude de l'éclair et distance du qra ou l'éclair est maximum, n°du sat et quelques autres données utiles comme la direction du soleil.

Bien évidemment, ce logiciel a besoin des paramètres orbitaux les plus récents.

Les prévisions indiquent les flares se produisant en plein jour, visibles quand la magnitude est très importante.

Le logiciel tient compte des satellites instables, mais à priori pas de ceux qui ne sont pas à poste. Il conviendra donc de supprimer ou ne pas tenir compte des satellites dont le mouvement moyen est très différent de 14.34215 dans la liste des éléments fournis par le NORAD.

Magnitudes comparatives ce mois-ci (Janvier 2001) :

- Saturne : 0
- Jupiter : -2.6
- Vénus : -4.5

Un flare de –7 sera 10 fois plus lumineux que Vénus.
Récupérer le logiciel IRIDFLAR sur :
ftp.satellite.eu.org/pub/sat/programs/ibmpc/matson/
la version la plus récente est flare165.zip

SATEDU et le champ magnétique terrestre.

Ghislain Ruy (F1HDD)

(Il paraît que dès qu'une formule apparaît dans un article, personne ne le lit !?)

Parmi tous les moyens utilisés pour orienter un satellite dans l'espace, un des plus facilement accessibles est le champ magnétique terrestre.

Afin de réaliser les changements d'attitude, des Magnetorquers (E) ou Magnétocoupleurs (F) sont utilisés. Ce ne sont rien d'autre que des électroaimants.

Ce petit article a pour but de préciser les ordres de grandeur des forces mises en jeu et de donner une idée de l'approche du problème.

Le principe utilisé est simple. Quand une boucle (de rayon r), plongée dans un champ magnétique $\vec{B}$, est parcourue par un courant I, il s'exerce sur celle-ci un couple tendant à la faire tourner pour amener sa surface perpendiculairement au champ.

Ceci s'exprime par le produit vectoriel :

$\vec{\tau}=\vec{M}\times\vec{B}$ ou encore T= M.B sin (i), avec i, l'angle entre les deux vecteurs.

où B est le vecteur champ magnétique (en Tesla), M, le moment magnétique de la boucle (en A m^2), et T le couple résultant (en N.m).

La valeur de M est donnée par : $M=N\bullet I\bullet b^2\bullet\pi$ avec N, le nombre de spires, I, le courant en Ampères, b, le rayon (ou coté) de la boucle en m.

Exemple :

A 700km d'altitude, le champ est de l'ordre de 20000nT, prenons une boucle carrée de 25cm de coté comprenant 10 spires, parcourue par 0.1A et dont la face est // au champ magnétique.

Le couple exercé est alors :

$$T=2\bullet10^{-4}\bullet10\bullet0.25^2\bullet I\bullet\pi$$

T=3.92 10^{-5} N.m

Ce qui représente une valeur assez faible.

Considérons maintenant le satellite, puisqu'il s'agit de le faire tourner sur lui même, c'est ici qu'intervient le *moment d'inertie* qui est une caractéristique spécifique d'un corps en mouvement de rotation. Le moment d'inertie dépend de la masse du satellite et de la répartition de celle-ci autour du centre de gravité, il est défini par une direction.

Si le corps a une forme de cylindre tournant autour de son axe son moment d'inertie vaut $\frac{1}{2}\bullet M\bullet R^2$

R, son rayon M sa masse. Il s'exprime en kg.m^2.

Le moment d'inertie de SATEDU suivant son axe X vaut 0.309kg.m^2.

On sait aussi que : $\tau=I\bullet\alpha$.

T est le couple, I le moment d'inertie et α l'accélération angulaire en rad/s^2.

Si nous équipons SATEDU de l'électroaimant déterminé plus haut et le plaçons en orbite à 700km, quel sera le temps nécessaire pour lui donner une vitesse de rotation de 60°/s s'il ne tourne pas initialement ?

En reprenant la formule précédente : $\alpha=\tau/I$

En y plaçant les valeurs précédentes, on trouve que le magnétocoupleur donne une accélération de 1.27 10^{-4} rad/s

Le temps pour atteindre la vitesse désirée est alors de

$t=\omega/\alpha$, (ω, la vitesse angulaire,) c.à.d. de approximativement 1000 sec ou encore 17 minutes.

Ce n'est évidemment pas tout, loin s'en faut, mais le reste n'est que l'application de ces calculs de base. Il convient de tenir compte de la position du magnétocoupleur dans le champ magnétique, de la position du satellite pour déterminer celui-ci, de la puissance disponible à bord, de l'influence des masses métalliques du satellite sur la direction locale du champ, mais ceci n'est pas (trop) difficile, c'est surtout affaire de méthode et bien des simplifications sont possibles.

Pour les nostalgiques de leur jeunesse :

- http://www.treasure-troves.com
- Physique générale, tome 1 et 2, Alonso et Finn, Inter Editions Paris, (le meilleur livre de physique générale qui soit à mon avis, 25 ans après, je l'ai toujours sous la main !, à donner à votre progéniture si elle bloque sur la physique, le traitement devrait être efficace)
- Field & Wave Electromagnetics, David K Cheng (revoir ses maths avant !!)

